

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Analysen und Perspektiven

14. Juli 2022

Statistik Sonnenenergie

Referenzjahr 2021

Datum: 14. Juli 2022

Ort: Bern

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

Swissolar
Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie
Neugasse 6, 8005 Zürich
www.swissolar.ch

Autoren:

Thomas Hostettler, Ingenieurbüro Hostettler, 3005 Bern
Andreas Hekler, Swissolar, 8005 Zürich

Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; Postadresse: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Seit 1984 erhebt der Schweizerische Fachverband für Sonnenenergie Swissolar (ehemals SOLAR, bzw. SOFAS) Daten zu den Verkäufen von Sonnenkollektoren und Photovoltaikmodulen in der Schweiz. Seit 1993 wird diese Erhebung im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE durchgeführt und ist Teil der Gesamtenergiestatistik GEST gemäss Bundesstatistikgesetz (SR 431.01) und dazugehöriger Verordnung über die Durchführung von statistischen Erhebungen des Bundes (Statistikerhebungsverordnung, SR 431.012.1). Die Angaben aus der Statistik Sonnenenergie fliessen in die Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien und in die GEST ein.

Im Rahmen der Statistik Sonnenenergie wird die Entwicklung der solaren Energiegewinnung in der Schweiz basierend auf der Erhebung der Verkaufszahlen von PV-Modulen und Sonnenkollektoren erfasst. Mit einem Kohorten-Modell wird der Anlagenbestand in einem Referenzjahr berechnet. Im Jahr 2002 wurde die Auswertung der erhobenen Zahlen komplett überarbeitet, da erstmals die Lebensdauer berücksichtigt wurde.

Bis zum Referenzjahr 2019 wurden die Angaben zur solaren Energiegewinnung unter dem Namen Markterhebung Sonnenenergie publiziert. Das BFE hat die Arbeiten zur Statistik Sonnenenergie im Jahr 2020 per Einladungsverfahren neu vergeben und Swissolar erneut mit deren Erarbeitung betraut. Mit der Ausgabe 2020 wurde die Erfassung der Solarwärme überarbeitet. Als wesentlicher Kennwert basiert die Erhebung nun auf der thermischen Kollektor-Nennleistung (TKN) und umfasst die drei Kollektortypen gemäss der aktuellen Prüfnorm ISO 9806:2017. Diese sind in Flach- und Röhrenkollektoren sowie WISC (Wind and Infrared Sensitive Collectors) unterteilt. Anhand der gemessenen Leistungsparametern kann je nach Art des Systems der Energieertrag bestimmt werden.

Nebst dem Bereich Solarwärme wurde auch der Bericht grundlegend überarbeitet. Die Gliederung wurde umgestellt, so dass die Resultate der Technologien in der Reihenfolge Photovoltaik, elektrische Energiespeicher und Solarwärme aufgeführt werden. Im Anschluss an die Ergebnisse folgt ein Beschrieb der angewendeten Methode.

2 Photovoltaik (PV)

2.1 Verkaufszahlen

Für die Bestimmung der Verkaufszahlen von Photovoltaik-Modulen sind im Erhebungsjahr 336 Meldungen von Produzenten, Direktimporteuren und Installateuren eingegangen. Das Erhebungsformular zu den PV-Modulen ist auf der Webseite von Swissolar (www.swissolar.ch/ssoe2021) verfügbar. Da ein Grossteil der verkauften PV-Module im Netzverbund über Systemhäuser und Grossimporteure vertrieben werden, kann von einem hohen Erfassungsgrad von 95 % ausgegangen werden. In den letzten beiden Jahren wurden folgende PV-Leistungen verkauft. Diese Leistung umfasst sowohl Netzverbund- als auch Inselanlagen.

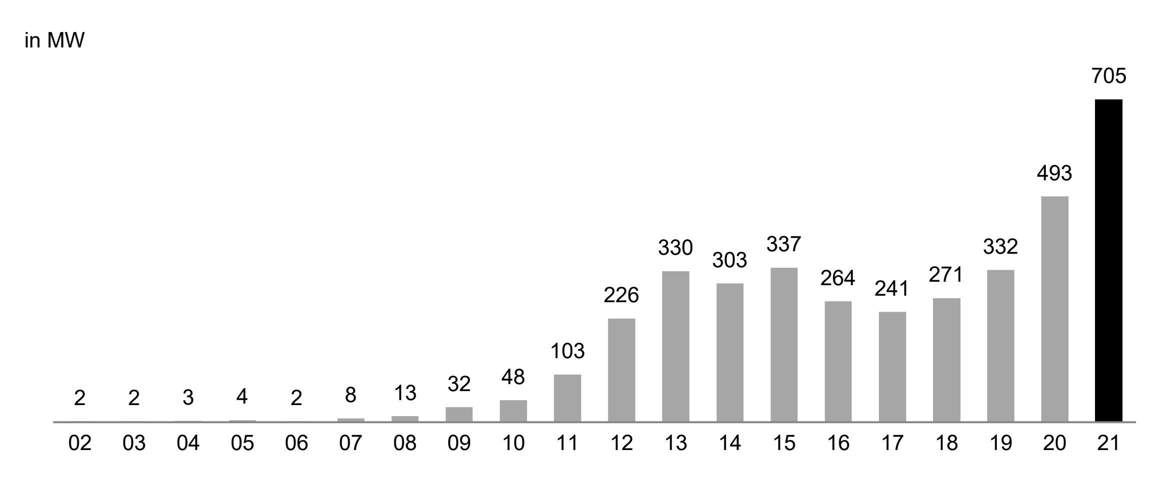
Verkaufte PV-Module im Vor- und Referenzjahr

in MW

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Inlandproduktion	53.5	55.3	+1.7	+3.2%
+ Import	470.4	688.3	+218.0	+46.3%
+ Export	-31.0	-38.7	+7.7	+24.8%
Total Verkauf Schweiz	**492.9**	**704.9**	**+212.0**	**+43.0%**

Entwicklung der jährlich verkauften Leistungen in den letzten 20 Jahren

Die Entwicklung der jährlich verkauften PV-Leistungen pro Jahr war bis im Jahr 2007 gleichförmig und stieg danach stark an. Diese Zunahme erfolgte ausschliesslich im Bereich Netzverbundanlagen. Nachdem bereits 2020 rund 50% mehr Leistung verkauft wurde als im Vorjahr, wurde auch im laufenden Berichtsjahr 2021 erneut eine markante Zunahme von 43% verzeichnet. Mit über 700 MW war 2021 denn auch das Jahr mit der grössten verkauften Leistung seit Beginn der Erhebung im Jahr 1984.



2.2 Installierte Leistung

Infolge Verzögerung zwischen Verkauf und Installation wird angenommen, dass nur 90 % der verkauften Module im Referenzjahr installiert wurden. In den letzten beiden Jahren wurden unter Berücksichtigung des Anteils installierter Anlagen auf Jahresende folgende Leistungen installiert.

Installierte Leistung im Vor- und Referenzjahr

in MW

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Verkauf PV-Anlagen	492.9	704.9	+212.0	+43.0%
90 % davon installiert	443.6	634.4	+190.8	+43.0%
Übertrag Folgejahr (Rest)	49.3	70.5	+21.2	+43.0%
90 % davon installiert	443.6	634.4	+190.8	+43.0%
Übertrag vom Vorjahr (Rest)	33.2	49.3	+16.1	+48.4%
Total installierte Leistung	**476.8**	**683.7**	**+206.9**	**+43.4%**

Basierend auf den Verkaufszahlen bzw. den im Referenzjahr installierten Leistungen werden mit Hilfe eines Kohorten-Modells unter Berücksichtigung der im Kapitel 5 beschriebenen Parametern die Bestandzahlen der gesamthaft installierten PV-Leistung am Jahresende berechnet.

Gesamte installierte Leistung im Vor- und Referenzjahr nach Anschlussart

in MW

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Netzverbundanlagen	2'967.1	3'648.7	+681.6	+23.0%
Inselanlagen	6.3	6.6	+0.2	+3.8%
Total installierte Leistung	**2'973.4**	**3'655.3**	**+681.9**	**+22.9%**

Anzahl gesamthaft installierter PV-Anlagen im Vor- und Referenzjahr

in Anzahl Anlagen

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Netzverbundanlagen	117'660	144'550	+26'890.0	+22.9%
Inselanlagen	k.A.	k.A.		
Total Anzahl Anlagen	**k.A.**	**k.A.**		

2.3 Energieertrag

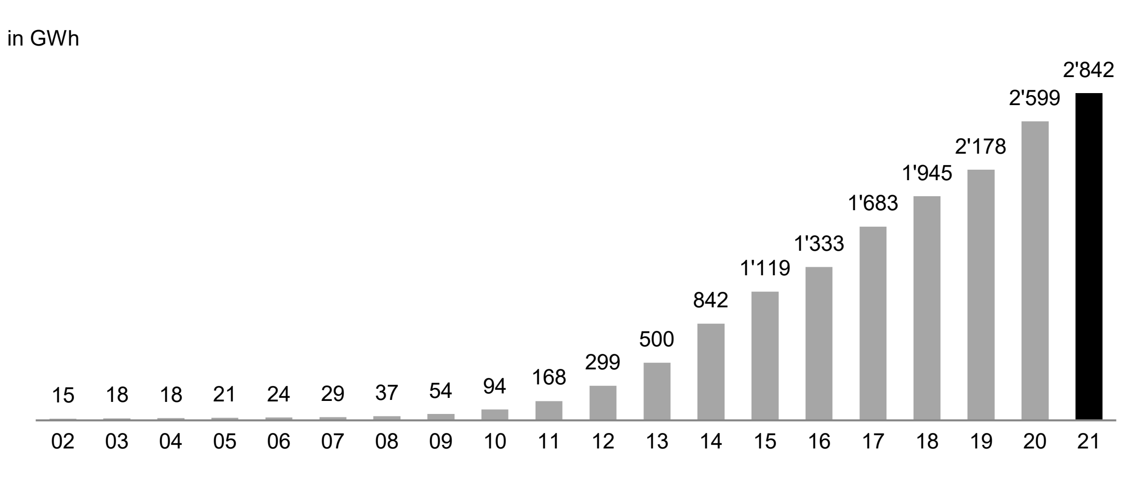
Für die Berechnung der jährlichen Solarstromproduktion wird anhand eines repräsentativen Samples von Anlagen aus der Datenbank der Pronovo AG ein mittlerer spezifischer Energieertrag auf der Basis von realen Produktionszahlen bestimmt. Für das Referenzjahr beträgt dieser spezifische Energieertrag für Netzverbundanlagen 895 kWh/kW, im Vorjahr lag er bei 985 kWh/kW. Der spezifische Ertrag der Inselanlagen im Referenzjahr beträgt 537 kWh/kW (60 % des spezifischen Energieertrags von Netzverbundanlagen), im Vorjahr lag er bei 591 kWh/kW.

Jährlicher Energieertrag im Vor- und Referenzjahr

in GWh

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Netzverbundanlagen	2'595	2'839	244	+9.4%
Inselanlagen	3.7	3.5	-0.2	-5.3%
Total Energieertrag	**2'599**	**2'842**	**243**	**+9.4%**

Die jährliche Solarstromproduktion hat seit 2010 kontinuierlich stark zugenommen und beträgt im Referenzjahr 2’842 GWh. Zum Vergleich: Der Endverbrauch an elektrischer Energie betrug gemäss Elektrizitätsstatistik im Referenzjahr 58’113 GWh. Damit deckt die Photovoltaik einen Anteil von 4.89 % des Verbrauchs ab.



2.4 Neu installierte PV-Leistung detailliert

Die folgenden Auswertungen basieren auf den Angaben der Installationsbetriebe und zeigen die Verteilung der im Referenzjahr verbauten Netzverbundanlagen nach Ort, Neigung, Grössenklassen und Ersatzanlagen.

Auswertung der im Referenzjahr installierten PV-Anlagen (nur Netzverbundanlagen)

... nach Ort

	Anz. Anlagen	Leistung in MW	Ø Leistung in kW
Einfamilienhäuser	20'189	220.2	10.9
Mehrfamilienhäuser	3'092	79.5	25.7
Industrie, Gewerbe	1'911	263.9	138.1
Landwirtschaft	750	50.8	67.8
Dienstleistung	438	23.0	52.4
Öffentliche Dienste	513	37.4	72.9
Verkehr	16	1.9	116.6
Übrige Standorte	96	6.6	68.7
Total Netzverbundanlagen	**27'006**	**683.3**	**25.3**

... nach Ausrichtung

	Anz. Anlagen	Leistung in MW	Ø Leistung in kW
Anlagen mit 0° - 74° Neigung[1]	26'888	679.2	25.3
75° - 90° (Fassade)	118	4.1	34.8
Total Netzverbundanlagen	**27'006**	**683.3**	**25.3**

[1] Die Anlagenklasse 0° - 74° enthält alle Anlagen auf Schräg- und Flachdächern, Freiflächen, etc.

… nach Grösse

	Anz. Anlagen	Leistung in MW	Ø Leistung in kW
bis 4 kW	1'578	4.2	2.6
über 4 kW bis 20 kW	19'844	205.0	10.3
über 20 kW bis 30 kW	2'276	55.2	24.3
über 30 kW bis 50 kW	1'402	52.3	37.3
über 50 kW bis 100 kW	803	58.1	72.3
über 100 kW bis 1000 kW	1'065	257.9	242.0
über 1000 kW	36	50.7	1'403.9
Total Netzverbundanlagen	**27'006**	**683.3**	**25.3**

… nach Neu- und Ersatz-Anlagen

	Anz. Anlagen	Leistung in MW	Ø Leistung in kW
Neuanlagen	26'834	680.6	25.4
Ersetzte Anlagen	172	2.7	15.8
Total Netzverbundanlagen	**27'006**	**683.3**	**25.3**

3 Elektrische Energiespeicher

Seit 2015 wird die Anzahl sowie die (Nenn-)Kapazität der installierten elektrischen Energiespeicher erhoben, die an Solaranlagen im Netzverbund angeschlossen sind (Heimspeicher). Speichersysteme der Verteilnetzbetreiber beispielsweise zur Erbringung von Systemdienstleistungen werden in dieser Statistik nicht berücksichtigt. Die gesamthaft installierte Kapazität sowie die Anzahl Speicher wird direkt aus den erhobenen Verkaufszahlen berechnet. Der Verkauf der Speichersysteme erfolgt zu rund 95 % (bezogen auf die Kapazität) über Systemhäuser. Die restlichen Speicher wurden von Installateuren direkt importiert. Diese Importe haben im Referenzjahr stark abgenommen, da zusätzliche Systemhäuser in den Markt eingetreten sind. Die Anzahl der verkauften Systeme, respektive der verkauften Kapazität steigt rasant an und wird vom rasch zunehmenden Verkauf von E-Mobilen zusätzlich angetrieben.

Installierte Kapazität von Speichersystemen nach Technologie im Vor- und Referenzjahr

in kWh

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Li-Ionen Speicher	28'330	77'870	49540	+174.9%
Blei-Speicher	70	240	170	+242.9%
Total	**28'400**	**78'110**	**49'710**	**+175.0%**

Anzahl installierte Speichersysteme nach Technologie im Vor- und Referenzjahr

in Anzahl Systeme

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Li-Ionen Speicher	2'490	6'290	3800	+152.6%
Blei-Speicher	7	30	23	+328.6%
Total	**2'497**	**6'320**	**3'823**	**+153.1%**

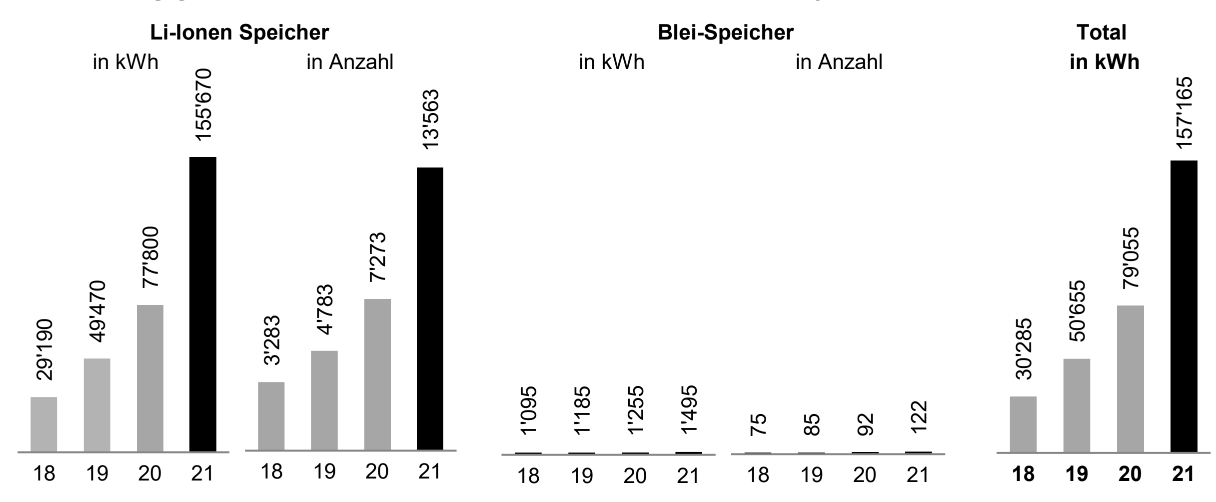
Seit 2015 gesamthaft installierte Kapazität[1] nach Technologie im Vor- und Referenzjahr

in kWh

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Li-Ionen Speicher	77'800	155'670	77870	+100.1%
Blei-Speicher	1'255	1'495	240	+19.1%
Total	**79'055**	**157'165**	**78'110**	**+98.8%**

[1] Erfassung der elektrischen Energiespeicher seit Erhebung 2015

Entwicklung gesamthaft installierter Kapazitäten von Speichersystemen



4 Solarwärme (SW)

4.1 Verkaufszahlen

Seit dem Referenzjahr 2020 gibt es zwei wesentliche Änderungen in der Systematik der Verkaufszahlen der Solarwärme zu beachten. Sie erklären sich beide mit der aktualisierten Typenprüfung für Kollektoren (ISO 9806:2017) und betreffen einerseits die Einteilung der Kategorien und andererseits die Bezugsgrösse. So wird seit 2020 wird nicht mehr die Apertur- sondern die Bruttofläche erhoben. Details sind im Kapitel 5 zu finden.

Für die Bestimmung der Verkaufszahlen von Kollektoren sind im Erhebungsjahr 135 Meldungen von Produzenten, Direktimporteuren und Installateuren eingegangen. Das Erhebungsformular zu den SW-Kollektoren ist auf der Webseite von Swissolar (www.swissolar.ch/ssoe2021) verfügbar. In den letzten beiden Jahren wurden folgende SW-Kollektoren verkauft.

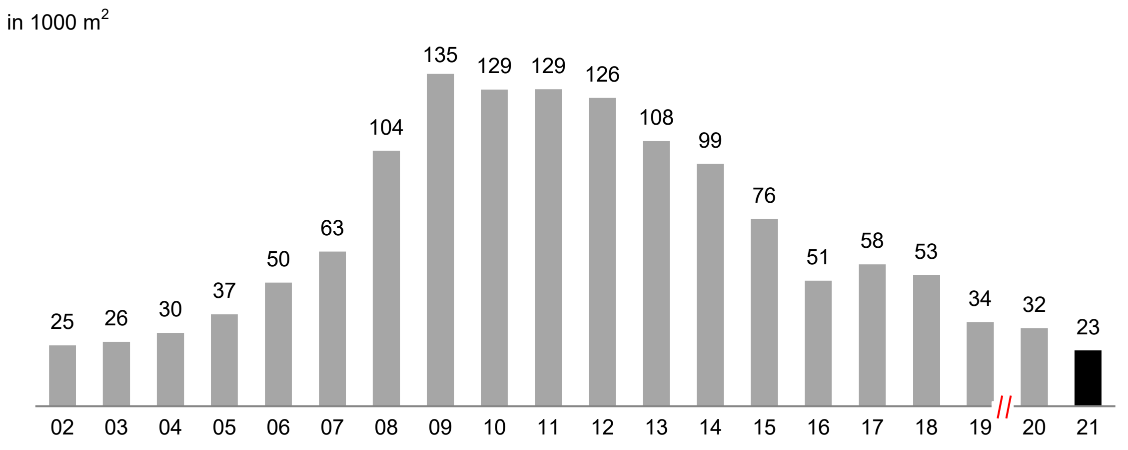
Verkaufte Flachkollektoren im Vor- und Referenzjahr

in m^2

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Inlandproduktion	33'930	38'720	+4'790	+14.1%
+ Import	25'230	14'570	-10'660	-42.3%
+ Export	-27'330	-30'660	+3'330	+12.2%
Total Verkauf Schweiz	**31'830**	**22'630**	**-9'200**	**-28.9%**

Entwicklung der verkauften Flachkollektoren der letzten 20 Jahre

Die Entwicklung der verkauften Flachkollektoren pro Jahr zeigt, dass in den Jahren 2009 bis 2012 bisher am meisten Flachkollektoren verkauft und in Betrieb genommen wurden. Seit 2013 ist der Trend rückläufig.



Bis 2019 werden die verkauften Aperturflächen gezeigt, seit 2020 bezieht sich das Diagramm auf die Bruttofläche.

Verkaufte Röhrenkollektoren im Vor- und Referenzjahr

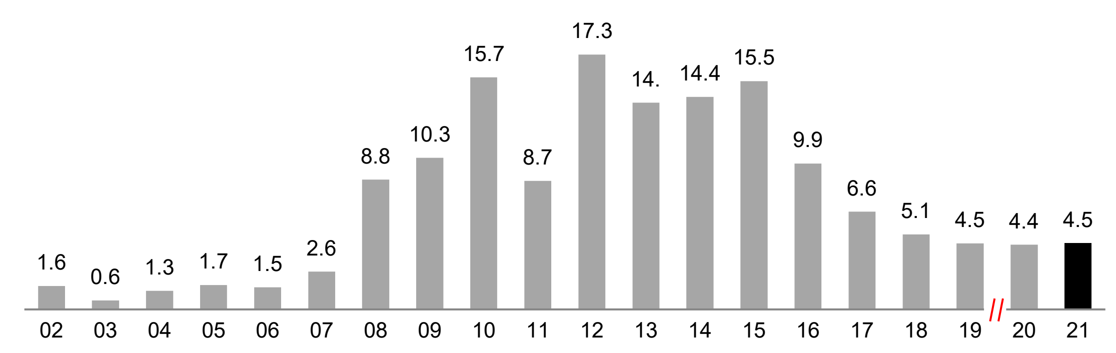
in m²

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Inlandproduktion	530	820	+290	+54.7%
+ Import	3'860	3'650	-210	-5.4%
+ Export	0	0	-	
Total Verkauf Schweiz	**4'390**	**4'470**	**+80**	**+1.8%**

Entwicklung der verkauften Röhrenkollektoren der letzten 20 Jahre

Die Entwicklung der verkauften Röhrenkollektoren pro Jahr zeigt eine starke Fluktuation. Seit 2015 sind die installierten Flächen rückläufig und pendeln sich in den letzten Jahren bei etwas über 4'000 m² pro Jahr ein.

in 1000 m²



Bis 2019 werden die verkauften Aperturflächen ausgewiesen, seit 2020 bezieht sich das Diagramm auf die Bruttofläche.

Verkaufte WISC im Vor- und Referenzjahr

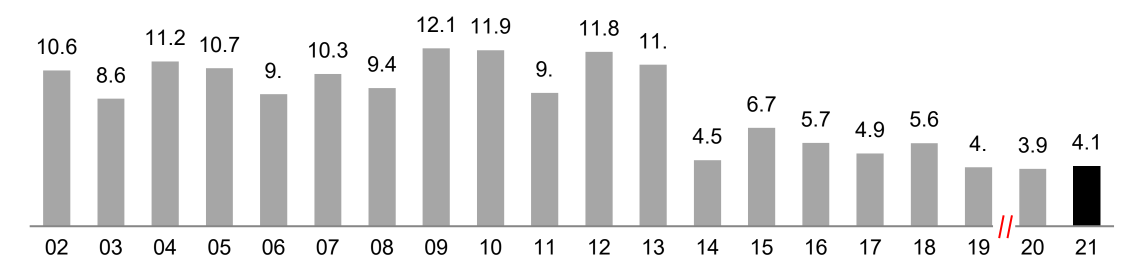
Die bisherigen Kategorien unverglaste Kollektoren und unverglaste, selektiv beschichtete Kollektoren sind in der Kategorie WISC (Wind and Infrared Sensitive Collectors) zusammengefasst. Ebenfalls unter WISC sind die PVT-Kollektoren aufgeführt, die bis 2019 keiner Kategorie zugewiesen waren.

in m²

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Inlandproduktion	1'840	2'390	+550.0	+29.9%
+ Import	2'060	1'700	-360.0	-17.5%
+ Export	0	0	-	-
Total Verkauf Schweiz	**3'900**	**4'090**	**+190.0**	**+4.9%**

Entwicklung der verkauften WISC der letzten 20 Jahre

Die jährlich verkauften Flächen von WISC zeigen über die gesamte Betrachtungsdauer (seit 2000) einen rückläufigen Trend. In den letzten Jahren wurden pro Jahr rund 4'000 m² verkauft.



Bis 2019 werden die verkauften Aperturflächen ausgewiesen, seit 2020 bezieht sich das Diagramm auf die Bruttofläche.

Gesamte verkaufte SW Kollektoren im Vor- und Referenzjahr

in m²

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Inlandproduktion	36'300	41'930	+5'630	+15.5%
+ Import	31'150	19'920	-11'230	-36.1%
+ Export	-27'330	-30'660	+3'330	+12.2%
Total Verkauf Schweiz	**40'120**	**31'190**	**-8'930**	**-22.3%**

4.2 Installierte SW-Kollektoren

Bei der Solarwärme wird davon ausgegangen, dass sämtliche im Referenzjahr verkaufte Kollektoren installiert wurden. Basierend auf den Verkaufszahlen werden mit Hilfe eines Kohorten-Modells unter Berücksichtigung der im Kapitel 5 beschriebenen Parameter die Bestandzahlen der gesamthaft installierten Kollektorfläche am Jahresende berechnet.

Gesamte installierte Fläche (Bestand) im Vor- und Referenzjahr

in 1000 m²

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Flachkollektoren	1'401.5	1'402.9	+1.4	+0.1%
Röhrenkollektoren	143.2	145.8	+2.6	+1.8%
WISC	175.6	169.8	-5.8	-3.3%
Total	**1'720.3**	**1'718.5**	**-1.8**	**-0.1%**

4.3 Energieertrag

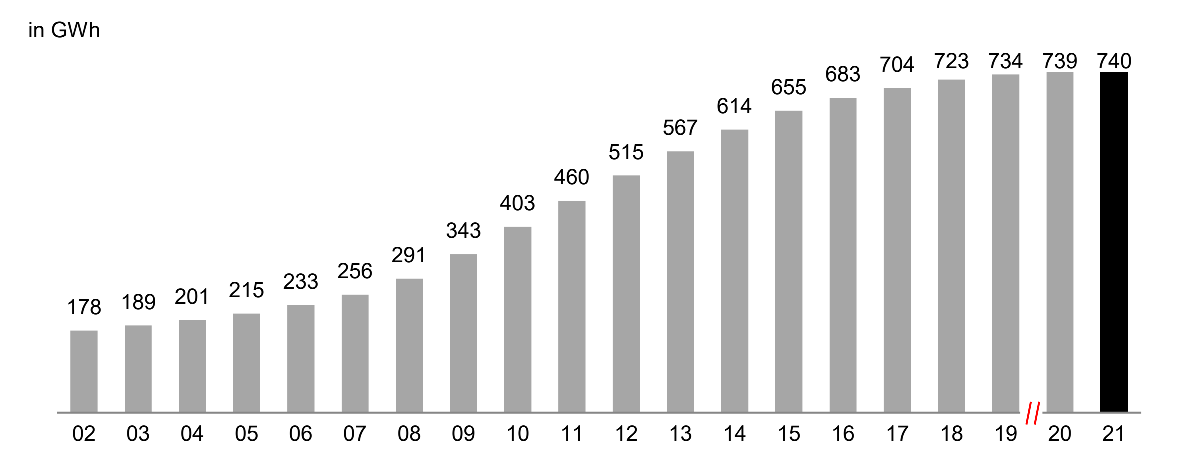
Im Wesentlichen wird in Abhängigkeit des Anlagetyps (Vorwärmung/Schwimmbad, Warmwasser und Heizungsunterstützung) und des verwendeten Kollektortyps (Flach- und Röhrenkollektoren sowie WISC) ein Energieertrag bestimmt, der dann mit den entsprechenden Flächenanteilen multipliziert und aufsummiert wird. Weitere Erläuterungen sind im Kapitel 5.4.2 zur Berechnung der Wärmeproduktion zu finden.

Jährlicher Energieertrag im Vor- und Referenzjahr

in MWh

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Flachkollektoren	613'357	614'522	+1'165.0	+0.2%
Röhrenkollektoren	68'634	69'617	+983.2	+1.4%
WISC	56'708	55'429	-1'278.4	-2.3%
Total	**738'699**	**739'568**	**+869.8**	**+0.1%**

Die jährliche Solarwärmeproduktion nimmt in den letzten Jahren nur noch schwach zu und beträgt im Referenzjahr etwas mehr als 739 GWh.



4.4 Neu installierte Sonnenkollektoren detailliert

Spezifischer Energieertrag

Anhand der detaillierten Messungen und Berechnungen für den Energieertrag der Kollektorarten, respektive Systemtypen, kann der spezifische Energieertrag bestimmt werden. Die Umstellung der Bezugsgrösse von Apertur- auf Bruttofläche ergibt zwar insgesamt eine grössere erfasste Fläche, die Berechnung des spezifischen Energieertrags fällt jedoch entsprechend tiefer aus.

Spezifischer Energieertrag Flachkollektoren

in kWh/m^2

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Vorwärmung (VW)	778	779	+1.1	+0.1%
Warmwasser (WW)	478	476	-2.1	-0.4%
Heizungsunterstützung (HU)	306	312	+6.2	+2.0%
Total Flachkollektoren	438	**448**	**+10.4**	**+2.4%**

Spezifischer Energieertrag Röhrenkollektoren

in kWh/m²

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Vorwärmung (VW)	630	--	--	--
Warmwasser (WW)	435	437	+1.6	+0.4%
Heizungsunterstützung (HU)	342	344	+2.0	+0.6%
Total Röhrenkollektoren	380	**427**	**+47.1**	**+12.4%**

Spezifischer Energieertrag WISC

in kWh/m²

	2020	2021	Veränderung	Veränd. in %
Vorwärmung (VW)	743	380	-363	-48.8%
Warmwasser (WW)	325	--	--	--
Heizungsunterstützung (HU)	95	--	--	--
Total WISC	**454**	**380**	**-74**	**-16.3%**

Auswertungen der im Referenzjahr installierten Sonnenkollektoren

Die folgenden Auswertungen basieren auf den Angaben der Installationsbetriebe und zeigen die Verteilung der im Referenzjahr verbauten Anlagen (alle Kollektortypen) nach Ort, Art, Grössenklassen und Ersatzanlagen.

Auswertung der neu installierten Sonnenkollektoren

… nach Ort

	Anz. Anlagen	Fläche in m²	Energie in MWh
Einfamilienhäuser	2'750	16'232	6'587
Mehrfamilienhäuser	525	9'126	4'090
Industrie, Gewerbe	65	1'202	903
Landwirtschaft	20	415	174
Dienstleistung	5	309	131
Öffentliche Dienste	95	3'906	1'723
Verkehr	0	-	-
Übrige Standorte	0	-	-
Total	**3'460**	**31'190**	**13'608**

… nach Art

	Anz. Anlagen	Fläche in m²	Energie in MWh
Vorwärmung/Schwimmbad	480	5'498	2'650
Warmwasser	2'390	18'827	8'803
Heizungsuntertützung	590	6'865	2'155
Total	**3'460**	**31'190**	**13'608**

… nach Grösse

in Anzahl Anlagen

	Flachkollektoren	Röhrenkollektoren	WISC
< 10 m^2	1'915	115	-
10 - 20 m^2	660	30	450
20 - 50 m^2	190	-	-
50 - 100 m^2	35	60	-
> 100 m^2	5	-	-
Total	**2'805**	**205**	**450**

… nach Neu- und Ersatzanlagen

in m^2

	Flachkollektoren	Röhrenkollektoren	WISC
Neuanlagen	21'930	4'470	4'090
Ersetzte Anlagen	700	-	-
Total	**22'630**	**4'470**	**4'090**
in % ersetzte Anlagen	3.1%	0.0%	0.0%

5 Methode

Im Rahmen der Statistik Sonnenenergie wird die Entwicklung der solaren Energiegewinnung in der Schweiz basierend auf der Erhebung der Verkaufszahlen von PV-Modulen, netzgekoppelten Energiespeichern und Sonnenkollektoren erfasst. Im Rahmen der Statistik Sonnenenergie werden folgende Angaben erhoben:

- Herkunft, Vertrieb und Installation von PV-Modulen (in kW installierter Spitzenleistung und Anzahl Anlagen),
- Herkunft, Vertrieb und Installation von Sonnenkollektoren (aufgeteilt in Flach- und Röhrenkollektoren sowie WISC, als Bruttofläche in m^2 und Anzahl Anlagen),
- Kapazität und Anzahl der an Solaranlagen angeschlossenen netzverbundenen elektrischen Energiespeicher

und folgende Grössen basierend auf einem Kohorten-Modell berechnet:

- gesamte installierte Leistung von PV-Modulen,
- gesamte installierte Fläche von Sonnenkollektoren (aufgeteilt in Flach- und Röhrenkollektoren sowie WISC),
- solare Strom- (PV-Module) und Wärmeproduktionen (Sonnenkollektoren) im jeweiligen Referenzjahr.

Im Referenzjahr 2020 wurden grundlegende Anpassungen bei der Erhebung der Sonnenwärme durchgeführt. Die bis 2019 separat erhobenen unverglasten und unverglasten selektiv beschichteten Kollektoren werden ab 2020 zur Kategorie WISC (Wind and Infrared Sensitive Collectors) zusammengefasst, da die Vielfalt der Kollektortypen seit Einführung dieser Erhebungsgruppen zugenommen hat. Viele Kollektortypen passten seither in keine der beiden Kategorien. Zudem unterscheiden sich die Leistungen der einzelnen Kollektortypen innerhalb der Kategorien stark.

Ab Referenzjahr 2020 wird zudem nicht mehr die Aperturfläche, sondern die Bruttofläche der Kollektoren erhoben. Die bis zum Referenzjahr 2019 verwendete Aperturfläche wurde in der ISO 9806:2017-Norm durch die Bruttofläche ersetzt. Die Aperturfläche (Öffnungsfläche) der Kollektoren muss nach der aktuell gültigen Norm nicht mehr bestimmt werden.

Aufgrund der Normanpassung bei den Kollektoren wird die Wärmeproduktion ab dem Referenzjahr 2020 unter der Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit berechnet. Im Folgenden wird die Erfassung der Kollektoren ab dem Referenzjahr 2020 beschrieben und die Verkettung der Solarwärme-Daten vor und nach 2019 diskutiert. Für die Erfassungsmethode bis 2019 wird auf die früheren Berichte zur Markterhebung Sonnenenergie auf der BFE-Webseite unter www.bfe.admin.ch/statistik-sonnenenergie verwiesen.

Die passive Nutzung der Sonnenenergie, wie beispielsweise Heubelüftungskollektoren, wird seit 2012 nicht mehr statistisch erfasst.

5.1 Befragung der Unternehmen der Solarbranche

Damit der Markt vollständig abgedeckt ist und Entwicklungstrends erkannt werden, wird die Statistik Sonnenenergie jährlich durchgeführt und basiert auf einem Zwei-Säulen-Prinzip. Einerseits werden Produzenten und Direktimporteure zu Produktions-, Import- und Exportzahlen befragt und andererseits geben Installationsunternehmen Auskunft über die installierten Anlagen bei den Bauherrschaften. Die Informationen zu den installierten elektrischen Energiespeichern basieren auf den Angaben der Importeure und der Installationsunternehmen zu den verkauften Systemen. Es werden vorläufig keine separaten Produktions-, Import- bzw. Exportangaben zu Energiespeichern erfasst.

Die Befragung ist eine Vollerhebung und deckt den gesamten Schweizer Solarmarkt ab. Gemäss Verordnung über die Durchführung von statistischen Erhebungen des Bundes (SR 431.012.1) ist die Teilnahme an der Umfrage für die Befragten obligatorisch.

Für das Referenzjahr 2021 wurden die Erhebungsunterlagen an insgesamt 719 Unternehmen in elektronischer Form versandt, davon haben 391 Firmen geantwortet. Die Anzahl Unternehmen, die PV-Module und Kollektoren in der Schweiz produzieren, aus dem Ausland importieren oder ins Ausland exportieren, ist im Verhältnis zur Anzahl Installateure, die Anlagen von einem Produzenten/Zwischenhändler in der Schweiz beziehen, relativ klein. Aus den retournierten Daten konnten für den Bereich Solarstrom 284 Antworten, für den Bereich Solarwärme 76 Rückmeldungen ausgewertet werden. Dabei haben 32 Unternehmen Mehrfachantworten geliefert, das heisst die Firma ist in beiden Bereichen tätig.

Alle Unternehmen erhalten dieselben Erhebungsunterlagen und füllen die für sie zutreffenden Felder aus. Zur Befragung der verkauften und installierten PV-Module, elektrischen Energiespeichern und Kollektoren stehen zwei Fragebogen (jeweils für PV und Energiespeicher resp. Kollektoren) zur Verfügung. Die Fragebogen der aktuellen Erhebung, ergänzt mit zusätzlichen Erklärungen, können auf der Webseite von Swissolar unter www.swissolar.ch/ssoe2021 heruntergeladen werden.

Im Rahmen der Befragung der PV-Module werden neben den Produktions-, Import-, Export- und Vertriebszahlen auch Angaben zur Anlagengrösse der installierten Insel- und Netzverbundanlagen, zur Art der Standortbauten und zum Anlagenersatz erfasst. In Bezug auf die Leistung werden die Verkaufszahlen der Photovoltaik in der Einheit Kilowatt (kW) erhoben und basieren auf der installierten Nennleistung auf der DC-Seite, gemessen bei STC (Standard Test Conditions). Der Anteil von Fassadenanlagen im Netzverbund (Anlagen mit einem Neigungswinkel von 75° bis 90°) wird seit 2020 separat erfasst.

Seit 2015 sind im Fragebogen zu den PV-Modulen auch die Gesamtkapazität und Anzahl von an Solaranlagen angeschlossene netzgekoppelten Energiespeichersystemen erfasst. Dies umfasst sowohl DC- als auch AC-gekoppelte Systeme. Nicht erfasst werden grosse Speichersysteme von Netz-betreibern, welche beispielsweise für Systemdienstleistungen eingesetzt werden. Basierend auf der Speichertechnologie wird dabei zwischen Li-Ionen und Blei-Speichern unterschieden.

Bei den Kollektoren werden die Produktions-, Import-, Export- und Vertriebszahlen der drei Kategorien Röhren- und Flachkollektoren sowie WISC in Anzahl Anlagen und als Bruttofläche (m^2) erhoben. Die Bruttofläche bezieht sich auf die Fläche, die ein Kollektor auf dem Dach einnimmt. Zur Berechnung des Energieertrags geben Installationsunternehmen detailliert Auskunft über den jeweiligen Anwendungsbereich der installierten Kollektoren (separat je Kollektorhersteller und Modell). Bis 2019 waren es die Anwendungsbereiche Warmwasser sowie Warmwasser mit Heizungsunterstützung. Im Zuge der Umstellung auf die thermische Kollektor-Nennleistung (TKN) wurden die Kategorien ebenfalls der Norm angepasst. Sie umfassen nun die Anwendungsbereiche Vorwärmung/Schwimmbad, Warmwasser und Heizungsunterstützung. Zudem werden die Art der Standortbauten, die Anlagengrösse und der Anlagenersatz der installierten Kollektoren (in Bruttofläche m^2 bzw. Anzahl Anlagen) erfasst.

5.2 Ermittlung der Verkaufszahlen

Für die Ermittlung der Verkaufszahlen je Erhebungskategorie werden primär die Angaben derjenigen Unternehmen berücksichtigt, die PV-Module und Kollektoren herstellen, direkt importieren oder exportieren. Die Angaben der übrigen Befragten dienen der Plausibilitätsprüfung und werden für die Aufteilung der Verkaufszahlen auf die verschiedenen Grössen (Wirtschaftszweig/Art der Standortbauten, Anlagengrössen) und zur Berechnung des Wärmeertrags (Kollektoren) verwendet.

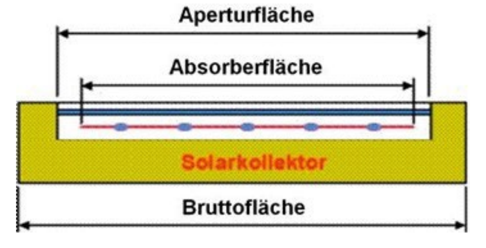
Zur Bestimmung der effektiven Verkaufszahlen, d.h. 100 % Abdeckung der Inlandproduktion und der Direktimporte (abzüglich Exporte) werden Antwortausfälle und Marktunsicherheiten (neue Importeure, Installateure aus dem Ausland, etc.) durch eine Abschätzung des Erfassungsgrads berücksichtigt. Die

Erfassungsgrade variieren je nach Erhebungskategorie und wurden für das aktuelle Referenzjahr (in Klammern die Werte für das Vorjahr) wie folgt festgelegt:

- PV-Module (Netzverbundanlagen): 95 % (95 %)
- PV-Module (Inselanlagen): 60 % (60 %)
- Energiespeicher: 90 % (90 %)
- Flachkollektoren: 85 % (85 %)
- Röhrenkollektoren: 85 % (85 %)
- WISC: 70 % (70 %)

Die erhobenen Verkaufszahlen (unter Berücksichtigung des Erfassungsgrads) werden anhand der Angaben der Installationsunternehmen unterteilt in Wirtschaftszweig/Art der Standortbauten und Anlagengrössenklassen.

Für die Aufteilung der PV-Inselanlagen in Art der Standortbauten und Grössenverteilung liefert die Erfassungsmethode keine präzisen Angaben. Da für den Bereich Inselanlagen nur verhältnismässig wenige Rückmeldungen vorliegen, ist die Verteilung bezüglich Grösse und Art der Standortbaute nicht genügend breit abgestützt. Durch das Marktwachstum und den zunehmend kleineren Anteilen der Inselanlagen kann das Modell die Verhältnisse bei den Inselanlagen nicht abbilden.



Im Rahmen der Anpassungen im Bereich Solarwärme wird seit dem Referenzjahr 2020 die Bruttofläche der verkauften Kollektoren erfasst.

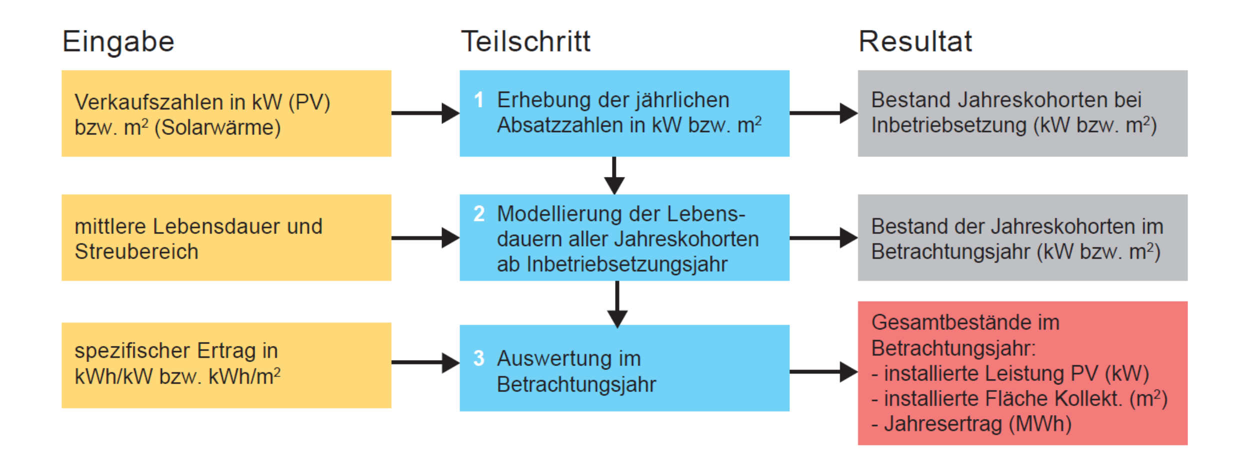
Die bis 2019 verwendeten Aperturflächen können mit folgenden Richtwerten in die Bruttofläche umgerechnet werden:

- Flachkollektoren: Aperturfläche multipliziert mit Faktor 1.10
- Röhrenkollektoren: Aperturfläche multipliziert mit Faktor 1.38
- WISC: Aperturfläche multipliziert mit Faktor 1.05

5.3 Anlagenbestand in einem Referenzjahr

Die in einem Betrachtungsjahr installierten PV-Module und Kollektoren werden mit einem Kohorten-Modell berechnet. Grundlage für das Modell bilden die Verkaufszahlen der Erhebungskategorien im Jahr der Inbetriebsetzung seit 1985 und eine je nach Erhebungskategorie entsprechende mittlere Lebensdauer.

Aus den Verkaufszahlen und dem Modell der Lebensdauer kann das abnehmende Vorhandensein einer Jahreskohorte zeitlich verfolgt und auf die in einem Referenzjahr noch aktive Zahl der PV-Module bzw. Kollektoren geschlossen werden. Die Auswertung im Betrachtungsjahr ergibt schliesslich den Gesamtbestand in kW (für PV-Module) bzw. m^2 (für Kollektoren).



5.3.1 Verwendete mittlere Lebensdauern

Zur Beschreibung der Lebensdauer dient eine für Industrieprodukte bekannte Normalverteilung, welche vollständig charakterisiert ist durch die mittlere Lebensdauer und ihren Streubereich. Die mittlere Lebensdauer der Photovoltaik-Module bzw. Kollektoren wird in Abständen von fünf Jahren neu festgelegt und die Zwischenjahre linear interpoliert.

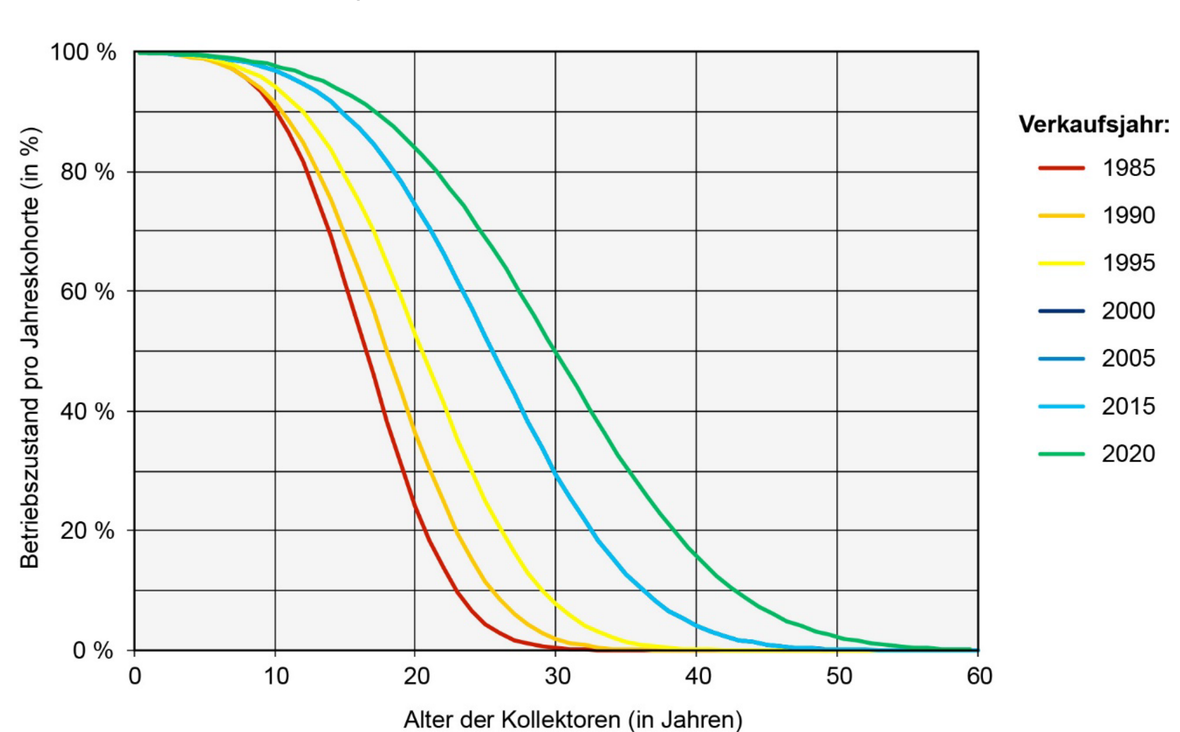
Die verwendeten Lebensdauerzahlen für die beiden Bereiche Photovoltaik und Solarwärme wurden für die Ausgabe 2020 von den entsprechenden Fachgremien, dem CES TK 82 für die Photovoltaik und der Kommission Solarwärme Technik von Swissolar, neu bewertet.

Im Bereich Photovoltaik lag die mittlere Lebensdauer bisher bei 33 Jahren. Sie stieg in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich von 25 Jahren an. Aktuell halten sich die Einflüsse der zunehmenden Anforderungen für die notwendige Typenprüfung und die Effizienzbemühungen der Hersteller die Waage. Deshalb wird der Wert bei den aktuellen 33 Jahren belassen.

Im Bereich Solarwärme lag die Lebensdauer für die Flach- und Röhrenkollektoren bisher bei 25 Jahren. Diejenige für unverglaste Kollektoren bei 20 Jahren. Aufgrund der speziellen Konstruktion wurden die unverglasten, selektiv beschichteten Kollektoren mit 35 Jahren veranschlagt. Aktuell zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Photovoltaik, indem sich die steigenden Anforderungen der Typenprüfung mit den Effizienzbemühungen der Hersteller die Waage halten. Die Kommission Solarwärme Technik geht deshalb von einer Lebensdauer von 30 Jahren aus. Deshalb wird der Wert für das Referenzjahr 2020 für alle Kollektorenkategorien auf 30 Jahre angehoben.

Für die Modellierung wird hier eine technische Lebensdauer zugrunde gelegt, die nicht immer mit den Realitäten in der Praxis übereinstimmt. Dort entscheiden oft unterschiedliche Faktoren (beispielsweise Dachsanierungen, Ergänzungsbauten oder erhöhte Reparatur- und Unterhaltskosten) darüber, ob eine Solaranlage ersetzt wird.

In der folgenden Grafik wird am Beispiel der Röhrenkollektoren die sich ergebende Bestandsverläufe in Abständen von 5 Jahren dargestellt.



Für alle Modelle wird die Streubreite auf ein Drittel der mittleren Lebensdauer berechnet.

In der folgenden Tabelle werden die in Abständen von 5 Jahren festgelegten mittleren Lebensdauern für jede Erhebungskategorie dargestellt.

Art/Verkaufsjahr	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Flachkollektoren	15	20	22.5	25	25	25	25	30
Röhrenkollektoren	15	17.5	20	25	25	25	25	30
WISC*	--	--	--	--	--	--	--	30
PV Netzverbund	28	29	30	31	32	33	33	33
PV Inselanlagen	20	20	20	20	20	20	20	20

*Die mittleren Lebensdauern für unverglaste und unverglaste selektiv beschichtete Kollektoren sind in den Berichten zur Markterhebung Sonnenenergie bis 2019 auf der BFE-Webseite aufgeführt.

5.3.2 Berechnung der Bestandszahlen

Bei der Berechnung der installierten PV-Modulen wird anhand eines Prozentanteils berücksichtigt, dass im Verkaufsjahr nicht alle verkauften Photovoltaik-Anlagen installiert wurden. Der Anteil der am Jahresende installierten PV-Anlagen beträgt im aktuellen Referenzjahr 90 % für Netzverbundanlagen bzw. 95 % für Inselanlagen. Im Folgejahr werden zur Berechnung der installierten PV-Leistung alle verkauften Anlagen der Vorjahre berücksichtigt, abzüglich den anhand des Modells der Lebensdauer berechneten nicht mehr vorhandenen Anteile. Die Verminderung der installierten Anlagen im Verkaufsjahr beeinflusst lediglich die Bestandszahlen, nicht aber die Verkaufszahlen im Referenz- und Folgejahr. Bei den Kollektoren wird davon ausgegangen, dass alle verkauften Anlagen im aktuellen Referenzjahr installiert und in Betrieb genommen wurden.

Aus der modellierten Lebensdauer ergibt sich der prozentuale Verlauf der noch in Betrieb befindlichen Anlagen, bei dem berücksichtigt wird, dass die im aktuellen Referenzjahr installierten Anlagen noch kein

volles Jahr in Betrieb sind. Es wird deshalb bei allen Erhebungskategorien angenommen, dass die im Verkaufsjahr installierten Anlagen durchschnittlich nur 0.5 Jahre gealtert sind.

Die in einem Betrachtungsjahr noch in Betrieb befindliche(n) installierte Leistung (in kW) und Anzahl Anlagen (PV-Module) bzw. Fläche (in m^2) und Anzahl Anlagen (Kollektoren) ergeben sich aus dem Produkt der Verkaufszahlen der Kohorte je Wirtschaftszweig bzw. Leistungsklasse des Jahres X mit dem modellierten Betriebszustand des Betrachtungsjahres (= den noch in Betrieb befindlichen Anlagen einer Jahreskohorte X in %). Die Summe aller Jahreskohorten ergibt die total installierte(n) Leistung und Anzahl Anlagen (für PV) bzw. die Fläche (für Kollektoren) zum Betrachtungszeitpunkt.

Für eine detaillierte Beschreibung des Kohorten-Modells wird auf den Bericht: Neue Statistik Markterhebung Sonnenenergie, Dokumentation der Überarbeitung 2003 auf der BFE-Webseite unter www.bfe.admin.ch/statistik-sonnenenergie verwiesen.

5.4 Berechnung der Energieerträge

5.4.1 Berechnung der Stromproduktion

Die zugrunde gelegte installierte Leistung setzt sich im Wesentlichen aus dem Bestand bis Ende des Vorjahres sowie dem prozentualen Anteil der im aktuellen Referenzjahr installierten Anlagen zusammen (siehe Kap. 5.3 Anlagenbestand in einem Referenzjahr). Für die Berechnung der Stromproduktion (gesamte installierte Leistung im Referenzjahr (in kW) multipliziert mit dem spezifischen Ertrag (in kWh/kW)) wird berücksichtigt, dass die im Verkaufsjahr installierten PV-Anlagen noch kein vollständiges Jahr produziert haben. Im aktuellen Referenzjahr wird die Energierelevanz der aktuellen Leistungszunahme bei den Photovoltaik-Modulen auf 30 % festgelegt.

Der spezifische Ertrag von Netzverbundanlagen (in kWh/kW) wird jährlich anhand eines repräsentativen Samples von PV-Anlagen in der Schweiz aus der Datenbank des schweizerischen Herkunftsnachweissystems bestimmt und mit dem Globalstrahlungsindex sowie dem PV-Index Schweiz abgeglichen. Der berechnete spezifische Ertrag ist ein Mittelwert über die ganze Schweiz; Standort und Ausrichtung werden nicht separat berücksichtigt.

Bei den Inselanlagen kann infolge Dimensionierung des Solargenerators ein Teil der Energie nicht genutzt werden und geht verloren. Der spezifische Ertrag von Inselanlagen entspricht deshalb nur 60 % des spezifischen Ertrags der Netzverbundanlagen.

Im Referenzjahr betrug der spezifische Energieertrag von Netzverbundanlagen 895 kWh/kW (Vorjahr: 985 kWh/kW). Für die Inselanlagen wird der spezifische Energieertrag entsprechend auf 537 kWh/kW festgelegt.

5.4.2 Berechnung der Wärmeproduktion

Bis zum Referenzjahr 2019 wurde die Wärmeproduktion aus thermischen Solaranlagen basierend auf den installierten Kollektorflächen und einem je Erhebungskategorie und Anwendungsbereich festgelegten spezifischen Energieertrag (kWh/m^2) bestimmt. Die spezifischen Energieerträge basierten auf konstanten Faktoren und unterschieden sich zwischen den Jahreskohorten nur infolge unterschiedlicher Anteile der Anwendungsbereiche (siehe Berichte zur Markterhebung Sonnenenergie bis Referenzjahr 2019).

Seit dem Referenzjahr 2020 wird der spezifische Energieertrag für die in einem Referenzjahr verkauften Anlagen basierend auf der thermischen Kollektor-Nennleistung (TKN) bestimmt, die für jeden Kollektor gemessen bzw. berechnet wird. Zur Berechnung des spezifischen Energieertrags dienen die detaillierten Angaben der Installateure zum Anwendungsbereich je Kollektortyp (nach Hersteller und Modell). Die Berechnung der Wärmeproduktion folgt denselben Ansätzen wie das harmonisierte Fördermodell der Kantone (HFM), deren Rahmenbedingungen die Vergleichbarkeit der Kollektoren gewährleistet. Die

thermische Kollektor-Nennleistung jedes am Institut für Solartechnik (SPF) in Rapperswil geprüften Kollektors wird anhand von drei Standardsystemen für die Schweiz am Standort Rapperswil bestimmt. Es umfasst die Systemtypen Vorwärmanlage, Warmwasseranlage sowie Anlage zur Heizungsunterstützung unter der Annahme von 900 Volllaststunden pro Jahr. Für die nicht am SPF geprüften Kollektoren wird eine Näherungsmethode für die Berechnung der TKN verwendet. Die zur Berechnung verwendeten Kollektorleistungswerte (Power Output und IAM @ 50°) werden den Solar Keymark Datenblättern der jeweiligen Kollektoren entnommen. Über eine empirische Näherung zwischen den Angaben in den Solar Keymark Datenblättern und den am SPF gemessenen Ertragszahlen kann der entsprechende Wärmeertrag von Systemen zur Vorwärmung/Schwimmbad, Warmwasser sowie Heizungsunterstützung hergeleitet werden. Aus den detaillierten Angaben der Installateure wird ein mittlerer spezifischer Energieertrag für die im jeweiligen Referenzjahr installierten Kollektoren bestimmt.

Die Wärmeproduktion (in kWh) wird aus dem Produkt der installierten Fläche mit dem entsprechenden spezifischen Energieertrag einer Jahreskohorte X berechnet. Die Summe aller Jahreskohorten ergibt die total produzierte Wärme in einem Referenzjahr.

5.5 Elektrische Energiespeicher

Da die Kapazität und die Anzahl der elektrischen Energiespeicher erst seit 2015 erfasst sind, werden die Bestandszahlen bis zum aktuellen Referenzjahr als Summe der Verkaufszahlen berechnet. Die Erarbeitung eines Kohorten-Modells für die Energiespeicher wird angestrebt, sobald fundierte Angaben zu den Rahmenparametern (wie mittlere Lebensdauer oder Ausfallswahrscheinlichkeiten der elektrischen Energiespeicher) bekannt sind.